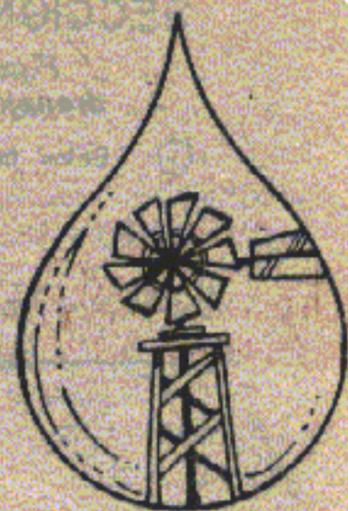


# CONSTRUCCIÓN DE PRESAS PARA RIEGO (II PARTE)

Ing. Agr. Michel Koolhaas (Ms. Sc.) (1)



Se analizan aquí los aspectos fundamentales a tener en cuenta cuando se proyecta realizar una presa para riego especialmente los referidos a la zona de implantación y a la estabilidad de los taludes del terraplén.

El cultivo del arroz se ha incrementado desde los años 70 en forma paralela con el aumento en la construcción de embalses de aguas pluviales, y posteriormente luego de la última gran sequía que soportó el país, la demanda por proyectos de embalses ha sido considerable.

La construcción de embalses para captar las corrientes de aguas superficiales, temporarias y /o permanentes, pueden resultar una opción de fuente de agua para riego para otros cultivos distintos del arroz, donde lógicamente debe evaluarse cada posible lugar, con un criterio técnico-económico en forma muy pormenorizada. Hasta el momento en el Uruguay, la construcción de embalses para riego ha estado estrechamente correlacionada con la expansión del cultivo del arroz. Sin lugar a dudas, que la expansión significativa de las áreas bajo riego, estará ligada a la construcción de estructuras de regulación y captación de los cursos de agua, temporarios o permanentes.

Las presas para la captación de aguas pluviales, que se construyen con fines de riego, deben cumplir ciertos requisitos, que son fundamentales para el éxito de éstas obras de ingeniería rural.

1- En primer lugar la zona de implantación debe tener capacidad de soporte para el terraplén y a su vez alta resistencia a las filtraciones, y en segundo lugar

2- Los taludes del terraplén deben ser estables para todas las condiciones de operación del embalse y contra la erosión debida al oleaje.

## \* CRITERIOS PARA SELECCION DE UN LUGAR

Desde un punto de vista económico, la ubicación óptima es la que proporciona máxima agua embalsada con relación al volumen de tierra compactada. Sin embargo, la selección del sitio resultará del análisis de:

- relaciones agua/tierra (aspectos económicos)

(1) Técnico del Plan Agropecuario, Departamento de Aguas.

- rendimiento de agua de escurrimiento de la cuenca natural

- las condiciones de los suelos en el emplazamiento

- la disposición del embalse con relación al uso del agua, primando siempre el agua para riego por gravedad, adoptando en definitiva una solución de compromiso.

cavadora, camiones, motoniveladora para tendido del material y generalmente bulldozer para la limpieza, ésta última se desparrama para revestir el talud trasero al final de la construcción del terraplén. La compactación en éstos casos se realiza mediante rodillo «pata de cabra». La foto N° 1 ilustra un talud trasero de una presa construida con

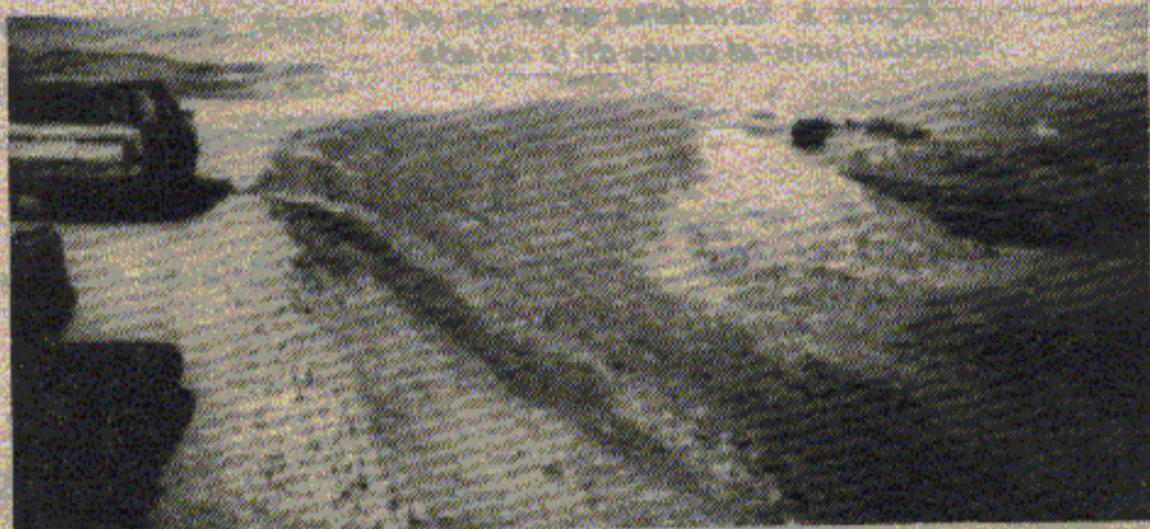


Foto N° 1 Presa construida con equipo vial, con talud trasero cubierto por tierra orgánica y coronamiento con adecuado balasto para el tránsito vehicular.

## \* MANEJO DE LA ZONA DE FUNDACION DE UNA PRESA

El tratamiento mínimo y básico de cualquier fundación, consiste en la remoción o despalle de la cobertura vegetal y material orgánico en un espesor de 15 a 20 centímetros, en términos generales. En circunstancias particulares esta remoción puede alcanzar los 30 centímetros.

El material producto de ese despalle de la cobertura vegetal, se puede depositar «acordonado» aguas abajo del futuro terraplén. Posteriormente, éste material vegetal se colocará paulatinamente en cordones sobre el faldón trasero, a medida que se levanta el terraplén de manera de facilitar y promover un rápido encespado del talud trasero. Esto es especialmente verdadero, cuando la construcción se realiza con trailla agrícola, que sin lugar a dudas es la maquinaria más común de construcción.

Cuando la construcción se realiza con maquinaria vial, mediante retroex-

ése tipo de equipo, y en el coronamiento una capa de rodadura con balasto adecuado para el tránsito vehicular.

Para impedir filtraciones por debajo de la fundación del terraplén y para asegurar una buena capacidad de soporte, se construye una zanja de anclaje o «dentellón», en la zona central de la presa. Esta zanja o dentellón se excava a depósito o se incorpora en algún lugar del futuro terraplén y luego se rellena y compacta firmemente con materiales arcillosos o limosos de alta impermeabilidad.

En la figura 1 se muestra una sección máxima de una presa, con su correspondiente zanja de anclaje o dentellón.

Es muy frecuente en el país, que existen fundaciones arenosas, localizadas o mantos importantes. En estos casos, es necesario sustituir materiales, generando una excavación a depósito, y luego reponer relleno con material arcilloso o limoso y compactando firmemente.

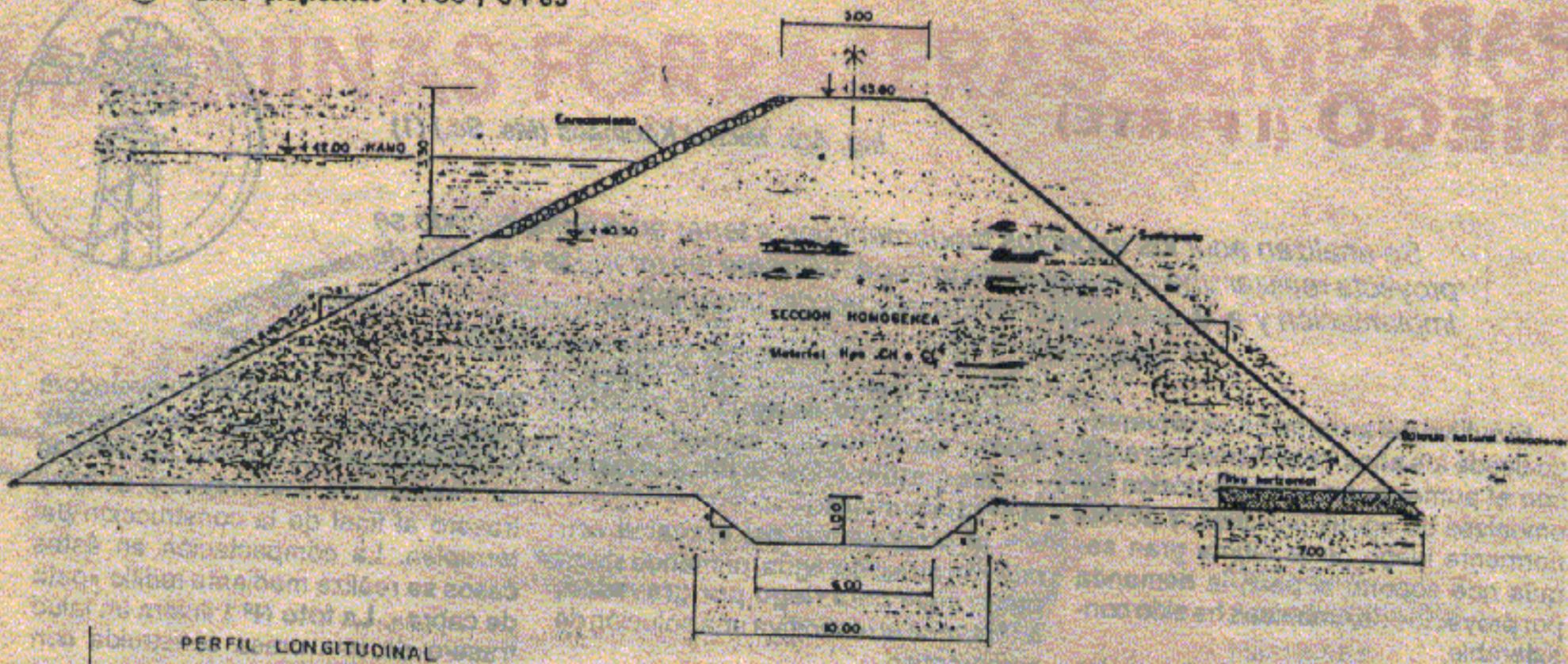
En la figura 2 se puede apreciar el

# SECCIONES TIPO DE LA REPRESA

ESCALAS H 1:100  
V 1:100

Figura 1. Sección máxima de una presa con su zanja de anclaje y filtro de drenaje horizontal.

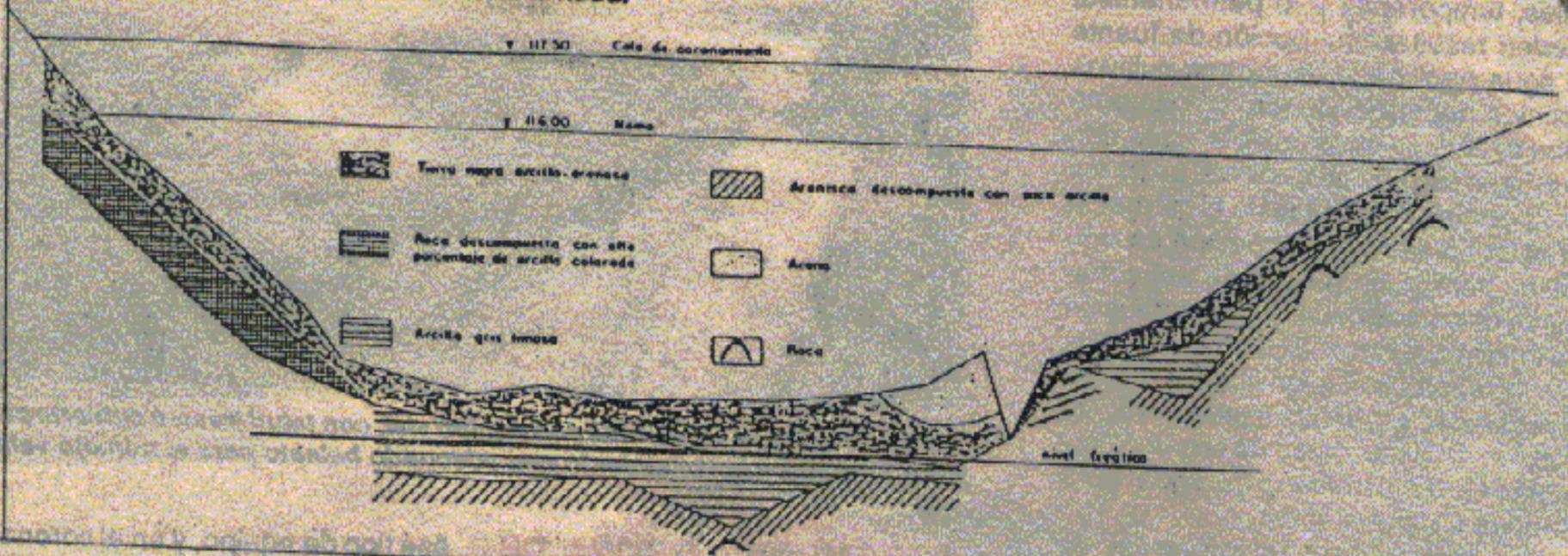
① Entre progresivas 1+86 y 6+83



PERFIL LONGITUDINAL

Figura 2. Materiales en el eje de la presa, visualizándose el arena a sustituir junto al cauce de la cañada.

ESCALAS H=1:2000  
V=1:100



perfil longitudinal del eje de una presa con el material a sustituir en la zona del cauce de la Cañada.

## \* UBICACION DEL AREA DE PRESTAMO

Es tradicional, que el material de préstamo de tierra para la construcción del dique se extraiga del área del futuro lago. Sin embargo, al excavar aguas arriba, se abren posibilidades de comunicación franca entre el embalse y la fundación de la cortina, siendo éste sistema desaconsejable cuando existen mantos arenosos por debajo de la capa arcillosa, es decir, que la capa natural superficial del terreno es, en general, una buena protección de estratos permeables contra el flujo de agua.

La no observación detallada de las características del terreno en el área del lago, seleccionando un préstamo dentro del área del mismo, cuando existen mantos arenosos subsuperficiales, puede conducir a resultados desastrosos.



Foto N° 2 La construcción de un canal hacia la «cola» del embalse, sobre mantos arenosos, condujo a enormes pérdidas de agua que impedían el correcto llenado del embalse.

La foto N° 2 ilustra un caso como el descrito, en el cual la excavación de un canal dentro del área del lago, para extracción del agua por la «cola del lago», mediante bombeo, condujo a enormes pérdidas de agua en el embalse e impedía su correcto llenado.

## \* TIPOS DE SECCION

Las presas son de sección homogé-

nea, si se construyen con un único tipo de material. En dicho caso es conveniente y casi indispensable, en función de la carga de agua, prever la construcción de un filtro de drenaje para abatir la línea de saturación, y evitar así una condición de inestabilidad en el talud de aguas abajo, que afecte la duración de la estructura.

Si la presa se construye con varios tipos de materiales, se trata de una

3) Entre progresiva 1+60 y 3+40

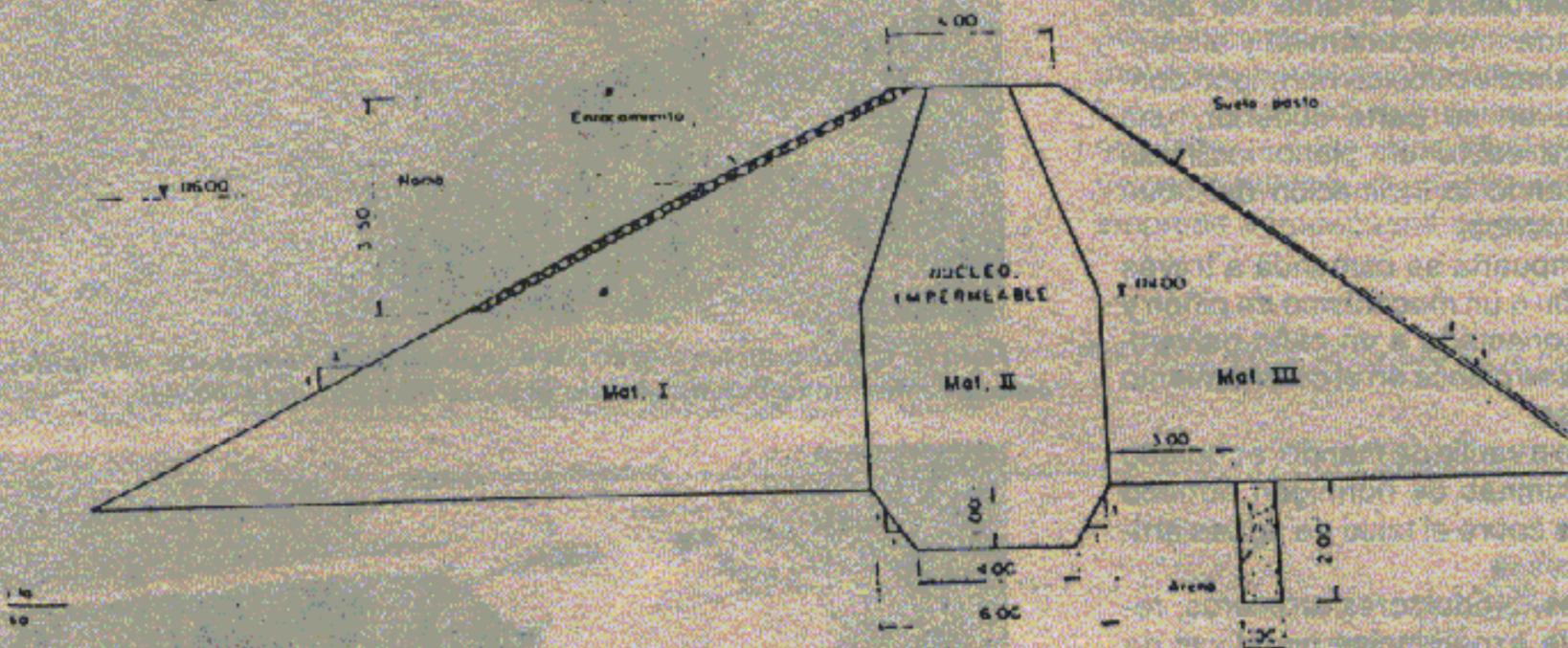
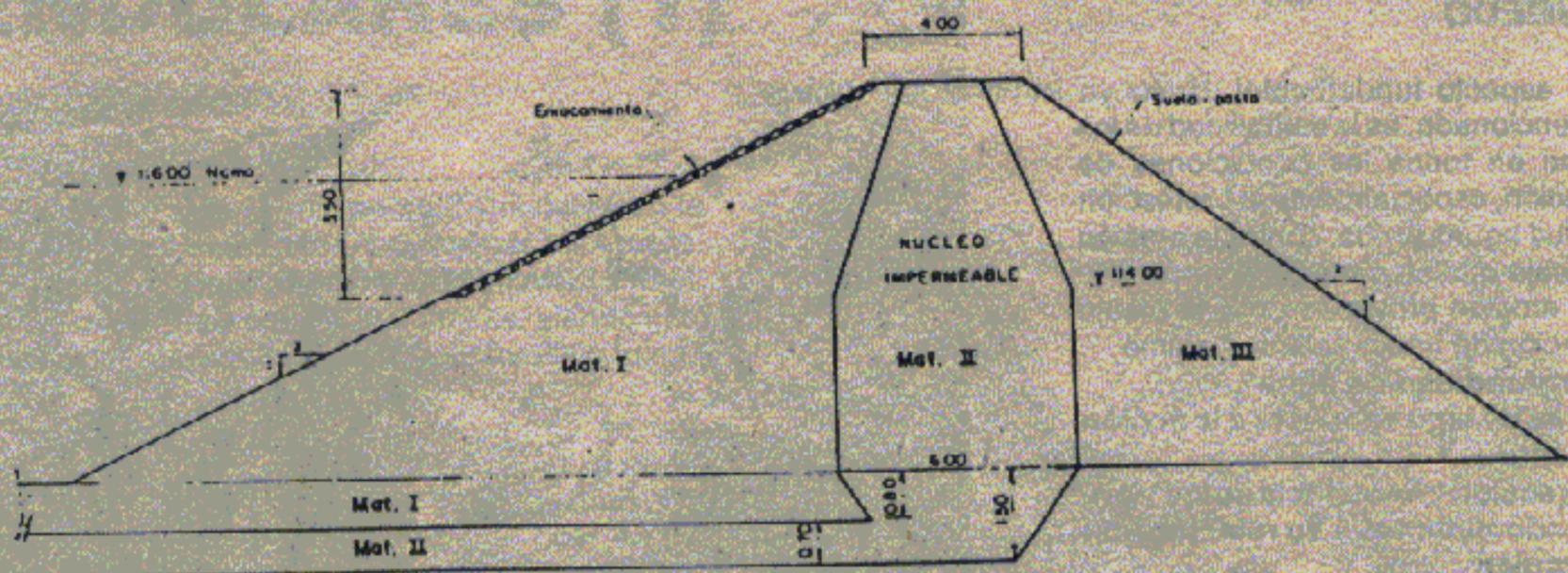


Figura 3. Sección compuesta con filtro de drenaje «in situ» conectando el terraplén con el material permeable subyacente.

4) Entre progresiva 3+40 y 4+70 (Sección con dentellón)

Figura 4. Sección compuesta, con núcleo impermeable.



sección compuesta, consistente en un núcleo central impermeable confinado por zonas de materiales más permeables hacia los costados. Las secciones compuestas, generan una permeabilidad creciente desde el centro hacia los taludes, proporcionando una estabilidad adecuada.

A veces, por las circunstancias particulares del emplazamiento, el «filtro» ya existe y mediante una operación ingeniosa, que en este caso es una zanja, se conecta en un lugar específico una zona impermeable con otra permeable que es el manto de arena superficial existente.

Las figuras 3 y 4 ilustran éstos dos tipos de sección descritos y una eventual solución de filtro «in situ».

#### \* OBRAS DE TOMA

Las obras de toma más convenientes, son las que cumplen con la doble

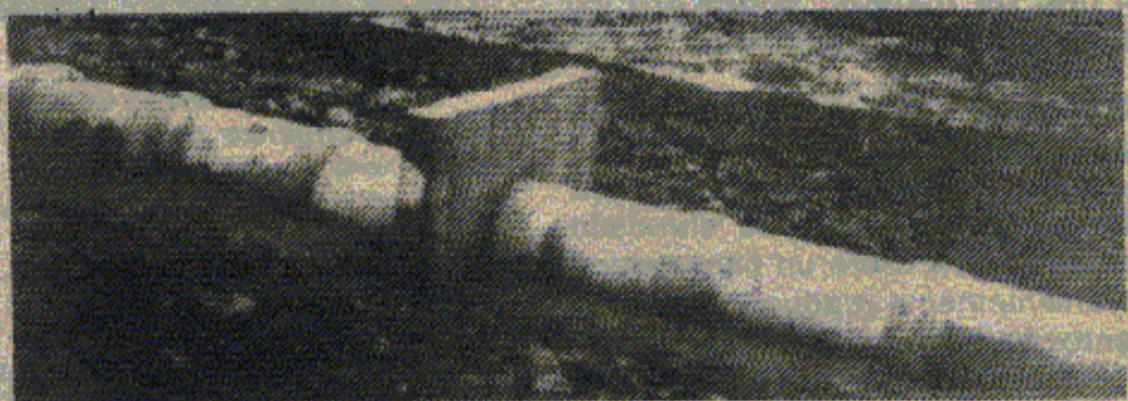


Foto N° 3 Caños de hormigón asentados sobre material natural bien consolidado y una toaca cementada, más el «collarín antifiltrante» para dar anclaje al caño e impedir filtraciones a lo largo del mismo.

función de permitir la extracción de agua para fines productivos y facilitar y permitir el drenaje durante la construcción de la presa del caudal de la Cañada o Arroyo que se está embalsando.

Estas estructuras son caños de hormigón, de por lo menos 40 centímetros de diámetro.

A lo largo del caño de hormigón, se

deben colocar collarines antifiltrantes, para asegurar el anclaje del caño y evitar el flujo de agua en la zona de contacto «tierra - hormigón». Un detalle se muestra en la foto N° 3.

Los caños se deben colocar sobre materiales bien consolidados, excavando por debajo del nivel natural del terre-

no, y asentando los mismos sobre tosca - cemento.

Pasadas las 48 horas, se pueden retirar los encofrados de los collarines y comenzar el relleno de la zanja.

Una estructura de toma del agua almacenada muy económica y eficiente, es un simple cubo de hormigón donde apoya en su parte superior, una compuerta sobre un plano inclinado acompañando la inclinación del talud de aguas arriba.

La compuerta se comanda a través de un sinfín o un mecanismo de piñón y corona, conectado a un caño galvanizado, que se coloca en el coronamiento de la presa.

El caño o varilla de mando, es guiado sobre columnas de hormigón armado colocadas sobre el talud de aguas arriba de la presa.

A veces, productores arroceros, recelosos de experiencias negativas de «colegas» con relación a la abertura de las compuertas, desean colocar dos compuertas en lugar de una, para una misma estructura de toma. La foto N° 6 ilustra ésta situación.

### \* PROTECCION DEL TALUD HUMEDO

Un aspecto fundamental, como ya fue mencionado, es la estabilidad de los taludes en todas las condiciones de operación, especialmente la protección del talud aguas arriba, contra la erosión del oleaje que se genera.

La erosión provocada por el oleaje es función de varios factores, como

- profundidad de agua
- área de lago expuesto a la acción del viento
- dirección y frecuencia de los vientos predominantes y su relación con el terraplén
- tipo de material sobre el cual golpea la ola y su inclinación

La solución clásica, vigente y más costosa de protección es el enrocamiento de talud de aguas arriba. Para evitar fracasos la capa de enrocado debe colocarse sobre un filtro natural convenientemente graduado. La capa de enrocamiento debe extenderse desde la corona del terraplén hasta una distancia segura por debajo del nivel del agua, pero nunca es necesario ni conveniente económicamente, alcanzar el pie del talud.

En caso contrario, hay que optar por una reconstrucción del terraplén erosionado, luego de un período variable de tiempo que oscila entre 7 y 10 años.

Esta solución, resulta una alternativa viable en las actuales circunstancias y particularmente, cuando en la zona no existe disponibilidad de piedras para efectuar dicho enrocado.

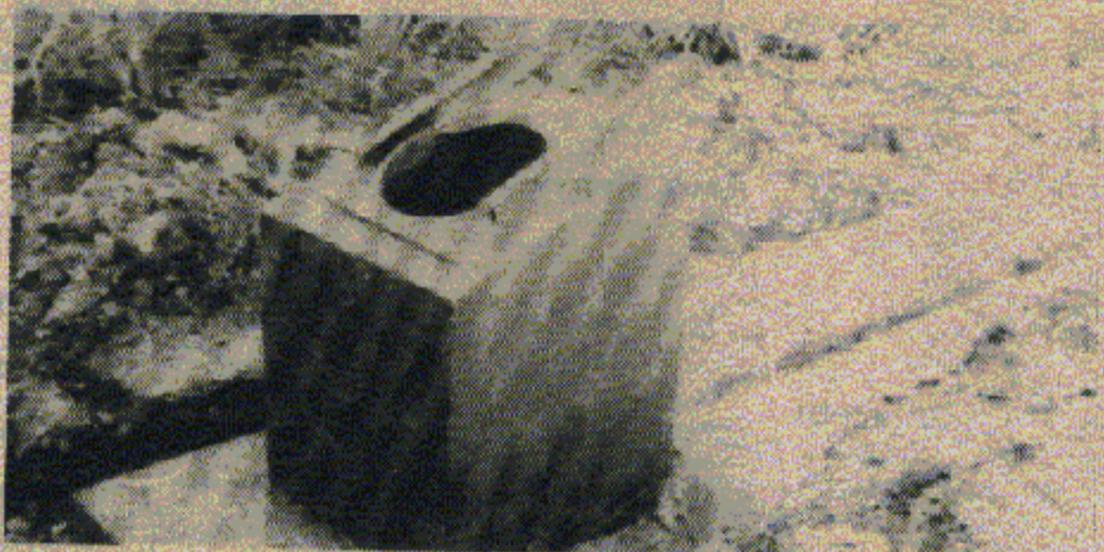


Foto N° 4. Cubo de hormigón para soporte de la compuerta de fundición, colocada inclinada acompañando el talud húmedo del embalse.



Foto N° 5. La misma compuerta de la foto N° 4 con su rejilla de protección.

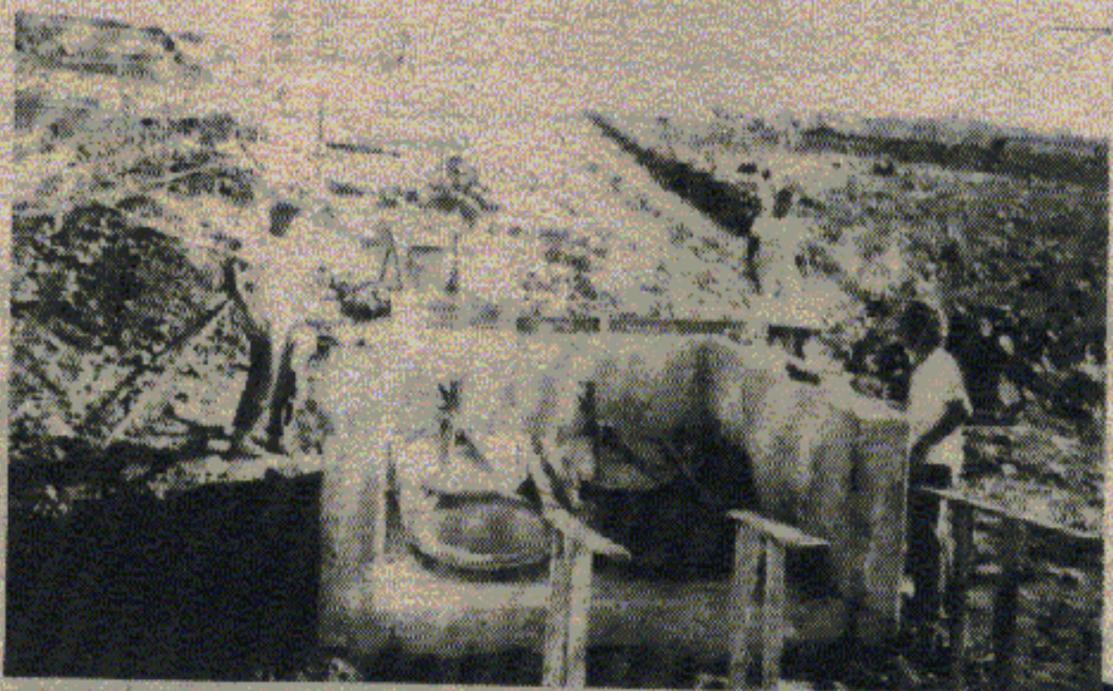


Foto N° 6. Colocación de una doble compuerta en una obra de toma única, por desconfianza del propietario ante eventual falla en la abertura de la compuerta.



Foto N° 7. Enrocado parcial del talud aguas arriba, apoyado sobre material granular.



## \* CONCLUSION

Por tanto, un proyecto de embalse agrícola, debe reflejar las condiciones reales del emplazamiento donde se piensa construir. En definitiva un buen proyecto, resulta en una presa satisfactoria y funcional, que cumple con los requisitos enumerados inicialmente, a un costo mínimo, elemento clave en la empresa agropecuaria en particular.

Foto N° 8. Vista en detalle de la Foto N° 7.

# FERTILIZADORAS SEMBRADORAS PENDULARES (1)

Estos equipos han sido ampliamente distribuidos en la cuenca lechera en los últimos años. Las marcas más representativas de estos equipos han sido VICON, TANZI Y JAN.

Las capacidades varían entre 300 y 800 lts. siendo casi todas de levante de tres puntos y mando por toma de fuerza de 540 r.p.m.

Su gran capacidad de trabajo las transforma en una máquina ideal para uso compartido ya que en el mejor de los casos su utilización anual se reduce a pocos días. Lo anterior, sumado al costo comparativamente bajo de las fertilizadoras pendulares hace que estén al alcance de la mayoría de los productores.

## PRECISION

En condiciones de mantenimiento correcto y manejo adecuado, las fertilizadoras sembradoras pendulares tienen una eficiencia cercana al 80%.

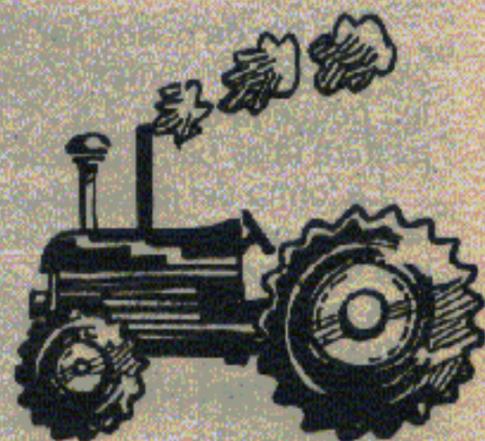
## MANTENIMIENTO

El mantenimiento de estos equipos demanda poca atención ya que cuenta solamente con unos pocos puntos de lubricación en las partes móviles.

Es muy importante la limpieza luego del uso con fertilizantes ya que los residuos de estos son altamente corrosivos. Por lo tanto será necesario lavar y cepillar los componentes que han estado en contacto con estos productos luego de cada trabajo.

Es importante también la limpieza del tubo de descarga o «péndulo» ya que el fertilizante se adhiere a las paredes internas del mismo. Al hacerlo, el fertilizante no fluye bien lo

(1) Tomada de El Tambo. (ANPL) N° 83  
(2) Depto. Extensión Agronómica. Conaprole



Ing. Agr. Enrique Cuñeti (2)



que conduce a fallas en la distribución. Además el aumento de peso del tubo llega a ser de tal magnitud que conduce a la rotura del mismo. Por lo tanto, luego de cada aplicación de fertilizante se sacará el tubo y se colocará en agua jabonosa durante unas horas al cabo de las cuales se cepillará el interior para eliminar las adherencias. No es conveniente rasquetear con elementos metálicos ya que producen fisuras en el tubo.

En el extremo del tubo de descarga hay un deflector o «bozal» que es el encargado de homogeneizar la distribución. Con el uso, este componente se desgasta y es necesario reemplazarlo para mantener la precisión en la distribu-

ción. Es un componente de bajo costo en relación al beneficio que se obtiene en la distribución.

## FACTORES QUE AFECTAN LA DISTRIBUCION

Los factores que afectan la distribución son:

### a) Nivelación

Al enganchar la máquina al tractor deberemos verificar la correcta nivelación de la misma. Para ello nos valemos del brazo superior del enganche y del brazo derecho del tractor, ambos regulables en longitud.

Algunos equipos de distribución centrífuga indican en el manual una ligera inclinación aunque esto no es válido para las máquinas pendulares.

Una vez nivelada la máquina se ubica la boca del tubo de descarga a la altura indicada por el fabricante que generalmente es de 0.75 m respecto a la superficie del suelo.

### b) Peso específico y forma del material a distribuir

Estos factores afectan directamente el ancho de la banda del equipo.

Esta banda puede ser de 10 - 12 m de ancho en aplicaciones de fertilizantes granulados de alto peso específico o tan pequeña como 4,5 - 5 m si se trabaja con semillas de pastura tales como tréboles, lotus, Ray Grass, etc.

La forma del material usado también afecta el ancho de la banda por ejemplo: las semillas de forma achatada tienen una trayectoria más corta que de forma esférica.

A modo de cuadro indicativo los anchos de banda más corrientes son:

Fertilizantes granulados	10 - 12 m
Urea	6 - 8 m
Tréboles, lotus etc.	5 m
Ray, Grass, Festuca	4.5 m

Es necesario en todos los casos trabajar en ausencia o con muy poco viento ya que éste nos variará tanto el ancho de banda como la distribución dentro de la misma.

### c) Abertura de la compuerta

Es claro que al aumentar la apertura de la compuerta aumenta proporcionalmente la salida del material hacia el tubo de descarga y por lo tanto la dosis a aplicar. La apertura de la compuerta comanda entonces los kg/min. que distribuye la máquina.

Para la siembra o fertilización a dosis muy bajas se cuenta con la posibilidad de tapar algunas bocas de salidas.

Para ello, la mayoría de las fertilizadoras sembradoras pendulares cuentan con unos accesorios para cerrar bocas de salida. Esto posibilita trabajar con orificios de mayor tamaño por los cuales el material fluye más fácilmente evitando así atascamientos que perturban el buen resultado del trabajo.

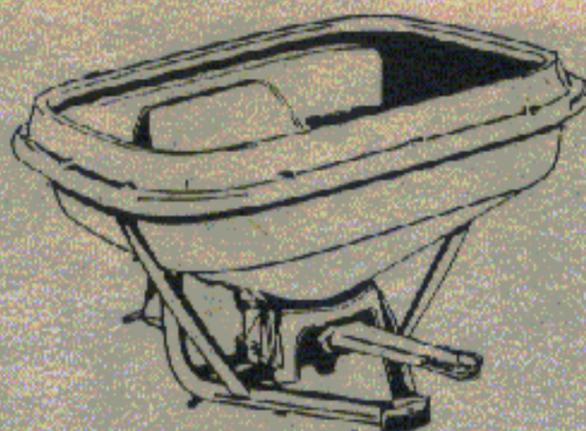
### d) La velocidad de avance

La velocidad de avance nos condiciona la superficie en la cual se distribuirá el material que pasa por la compuerta. Si por ej. la apertura de compuerta deja pasar 20 kg/min y tenemos un ancho de banda de 10 m A 6 km/h el tractor recorre 100 m/min o sea que cubre 1000 m<sup>2</sup>. Eso corresponde a una aplicación de 200/kg há. Si el tractor viaja a 3 km/h en un minuto recorre 50 m y por lo tanto los 20 kg son distribuidos en 10 x 50=500 m<sup>2</sup> por lo que la aplicación será de 400 kg/há.

Se deduce entonces que a medida que aumentamos la velocidad disminuimos la dosis por há. y viceversa.

Es importante por lo tanto conocer las velocidades de nuestro tractor en todos los cambios a los efectos de poder realizar las regulaciones apropiadas. Este dato se puede obtener del manual del tractor, del instrumento del tablero, o de una prueba que se puede realizar a campo.

La misma consiste en marcar sobre terreno plano y firme una distancia de 100 m.



Luego recorrer esa distancia con el tractor en todos los cambios a aceleración de trabajo y midiendo el tiempo en segundos que se demora.

Luego se divide 100 m entre los segundos registrados y se multiplica por el factor 3.6 con lo que se obtienen los km/h.

Ej: se demoraron 80 seg. en recorrer 100 m.

$$100\% \ 80 = 1.25 \ 1.25 \times 3.6 = 4.5 \text{ km/h}$$

## REGULACION

Las fertilizadoras vienen provistas de elementos de regulación tales como cuadros que indican diferentes alternativas de velocidad y abertura de compuerta para diferentes materiales y por lo tanto diferentes anchos de banda.

De ahí surge entonces que para una aplicación determinada por ej.: 200 kg/há. hay una serie de combinaciones de velocidad y abertura de compuerta.

En estos casos es conveniente ajustar la velocidad a las posibilidades del terreno y modificar la abertura de compuerta de acuerdo a la dosis requerida.

En otros casos ej: Vicon, la máquina viene provista de una regla de cálculo que nos permite determinar los valores de velocidad y descarga para los diferentes materiales.

En caso de no contar con ninguno de estos elementos se procederá como sigue:

- 1) Se determina la aplicación a realizar ej.: 300 kg/há.
- 2) Se determina el ancho de la banda de acuerdo al material a distribuir ej: 10 m.
- 3) Se determina la velocidad de trabajo en km/h de acuerdo al tractor y las características del terreno ej. 5km/h.
- 4) Se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{kg/min} = \frac{\text{Aplic (Kg/Há)} \times \text{Vel. (km/h)} \times \text{ancho (m)}}{600}$$

$$\text{kg/min} = \frac{300 \times 5 \times 10}{600} = 25$$

La abertura de compuerta deberá permitir el pasaje de 25 kg/minuto de fertilizante.

Para lograrlo, primeramente sacamos el tubo de descarga de la máquina. Luego con la tolva a media carga hacemos trabajar la máquina durante 30 seg. recogiendo el material en un balde. El doble de esta cifra será la descarga por minuto que está entregando la máquina.

Sucesivas pruebas nos irán aproximadamente el valor deseado en este caso 25 kg./min.

Trabajando de esta manera nos aseguramos no solo un trabajo más eficiente y más preciso sino que tendremos la seguridad de que el producto a aplicar nos alcanzará en forma acertada en una sola pasada.

Finalmente, debemos indicar que no debemos guiarnos por el ancho de banda (lo que se ve en el campo) ya que en los extremos la dosis es más baja y se necesita por lo tanto una cierta superposición.

La otra cosa a tener en cuenta es que cuando se siembran mezclas de gramíneas y leguminosas se debe optar por el ancho de banda menor para evitar que la pradera nos nazca en franjas.